

# Calibración de los parámetros del modelo de directividad de los transductores de la ecosonda Simrad EK60

Pilar Córdoba Selles<sup>1</sup>, María del Carmen Clemente Medina<sup>2</sup>

Magdalena Iglesias Marroig<sup>1</sup>, **Enrique Nava Baro<sup>2</sup>**, Joan Miquel Batle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Oceanográfico de Baleares. Instituto Español de Oceanografía

<sup>2</sup> ETSI de Telecomunicación. Universidad de Málaga

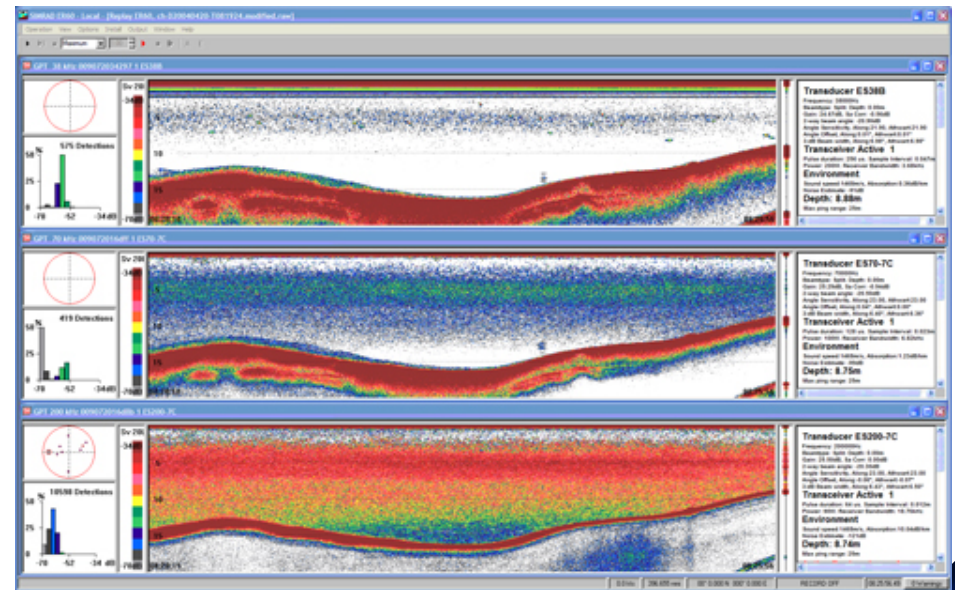
# Contenido

- + Introducción
- + Calibración de la ecosonda SIMRAD EK60
- + Resultados
- + Conclusiones



# Ecosonda Simrad EK60

- + Campañas de gestión o investigación pesquera
  - + Evaluación de recursos pesqueros (biomasa, especies)
- + Obtención de datos sobre la columna de agua
  - + Principio: ping sobre el fondo, que devuelve un eco.
  - + 18, 38, 70, 120, 200 KHz

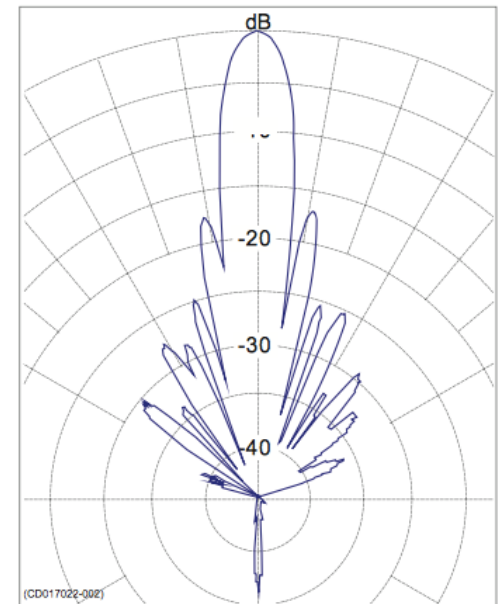


# Planteamiento del problema

- + Calibración de los transductores
  - + Realización de medidas con un target de respuesta conocida
  - + Determinación de los parámetros de directividad
    - + Ganancia en el eje  $G_o(\alpha, \beta)$
    - + Dimensiones del lóbulo principal  $(\alpha, \beta)$
    - + Offset del lóbulo principal  $(\alpha, \beta)$

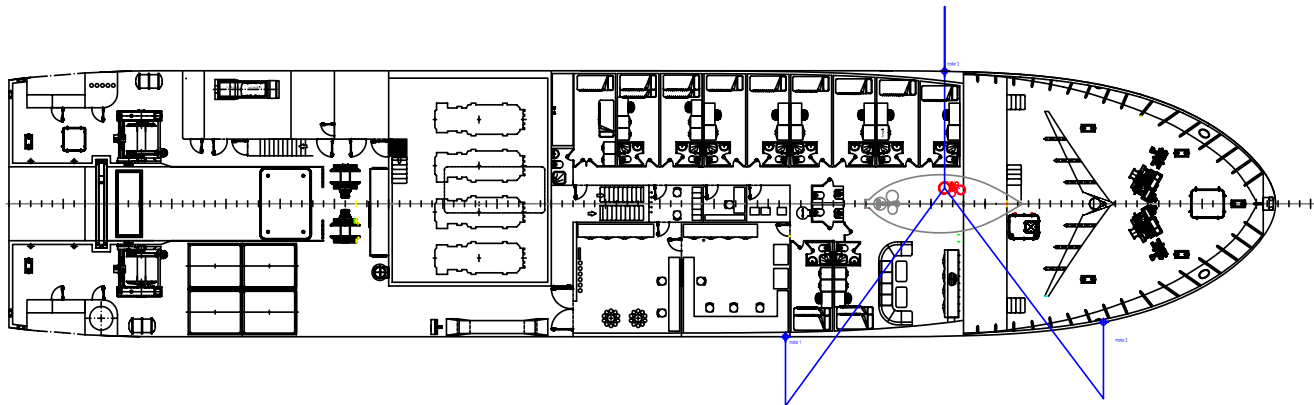
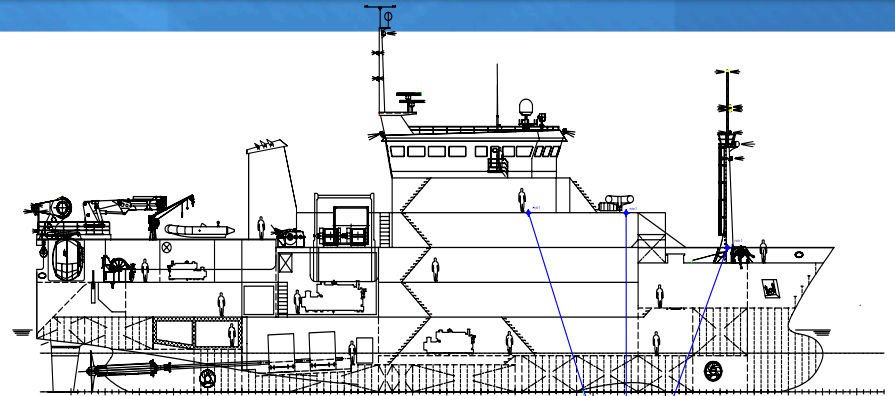


Transductor  
Simrad ES38-B



*Beam pattern*

# Realización de las medidas



# Patrón de calibración (esfera metálica)



Cobre (18 KHz)

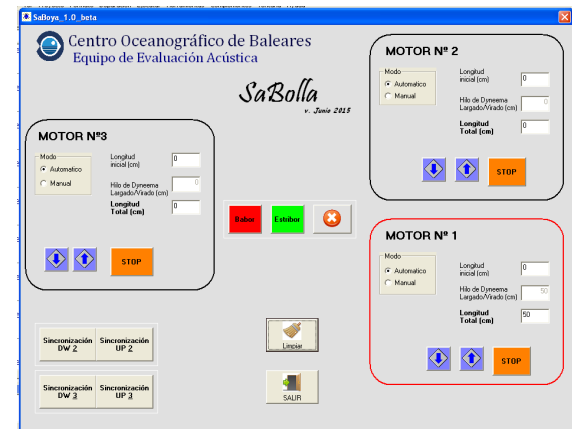
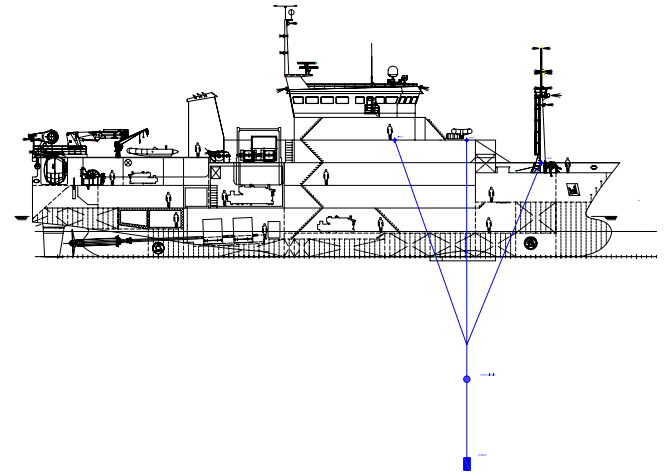
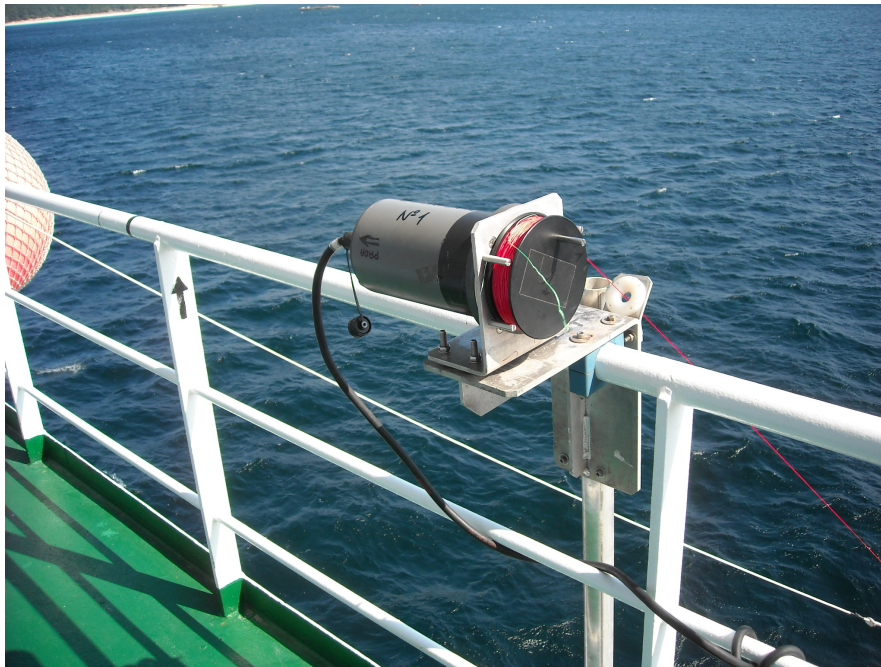


Tungsteno (38, 70, 120, 200 KHz)

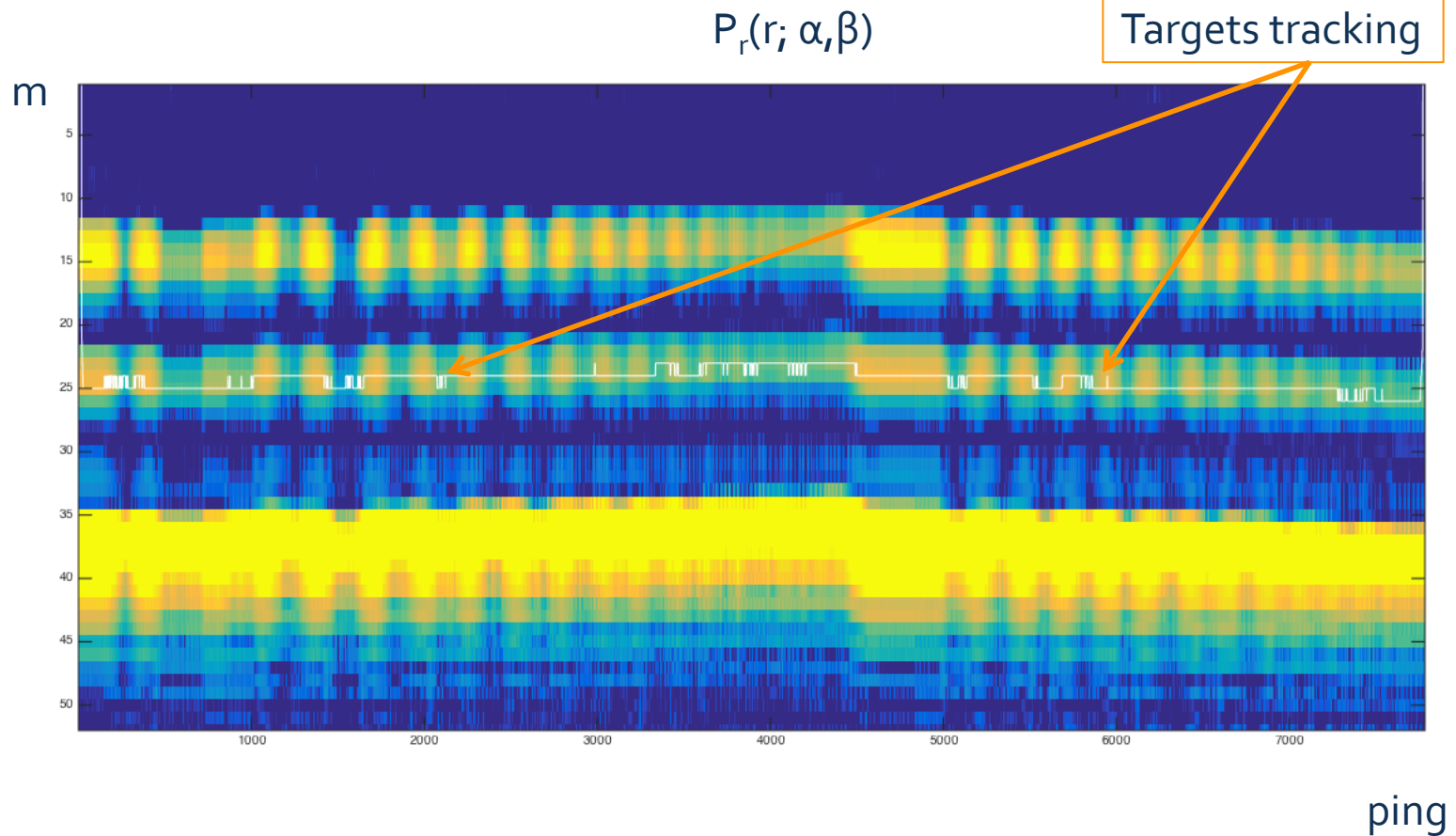




# Colocación de la esfera en el eje acústico (servomotores)



# Obtención de resultados



# Tratamiento de los datos

## + Ecuación Radar

$$P_r (W) = P_t G(\alpha, \beta) \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \sigma \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \frac{\lambda^2}{4\pi} G(\alpha, \beta),$$

- $\sigma$  backscattering area
- $T_s = \sigma / 4\pi r_o^2$  target strength
- $\alpha$  atenuación

## + Datos previos:

- +  $\lambda$  longitud de onda  $\lambda = c/f$  (determinar c)



# Obtención de los parámetros

- + Determinación de la ganancia en el eje  $G_0$

$$G_0(dB) = 5 \log \frac{P_r}{T_s} + 20 \log r + 10 \alpha r - 5 \log \frac{P_t \lambda^2}{16 \pi^2}$$

- + Cálculo del  $T_s$  de la esfera metálica (Faran 1951)

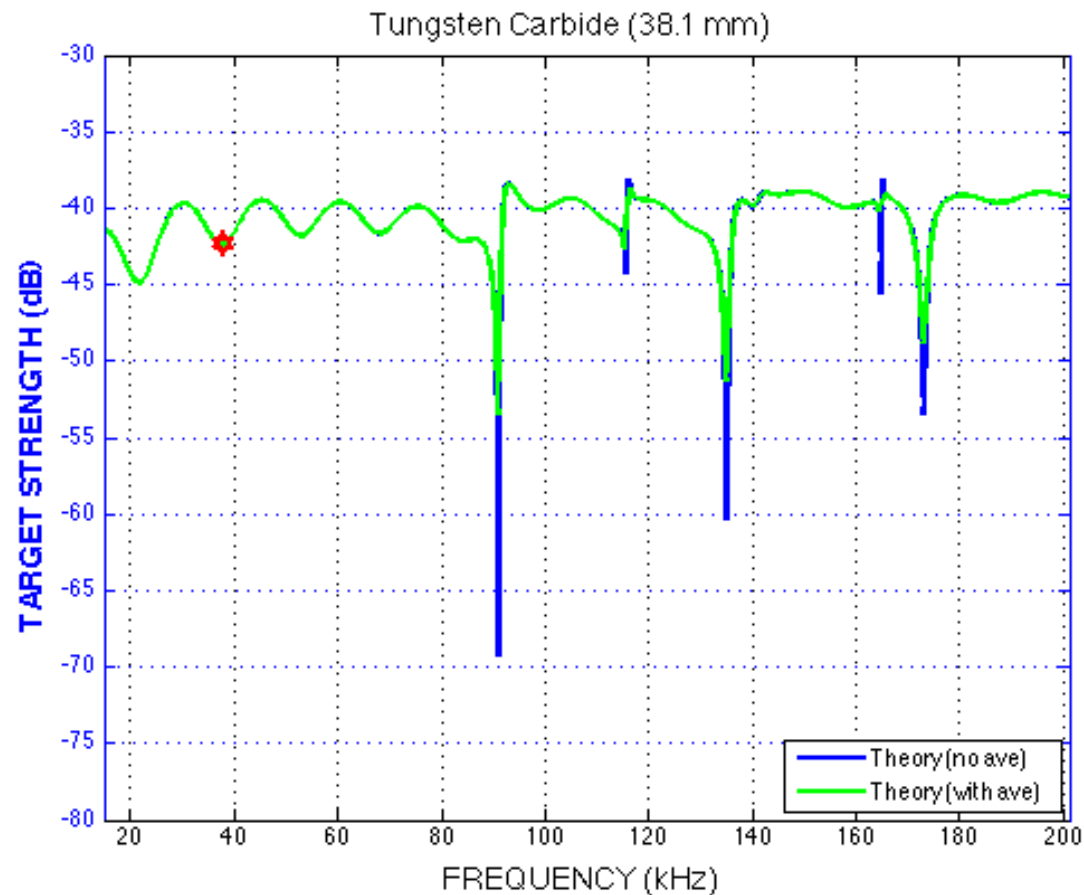
- + Esfera de carburo de tungsteno de 38.1 mm

- +  $c=1490 \text{ ms}^{-1}$

- +  $\rho=1026 \text{ Kg/m}^3$

- +  $T_s(38 \text{ KHz})=-42.39 \pm 0.01 \text{ dB}$

# Modelo de Faran 1951



# Procedimientos de calibración

- + Fabricante
  - + Fichero de texto
  - + Optimización a un modelo
- + Ecuación radar
  - + Datos del fichero de texto del fabricante
  - + Datagramas de la ecosonda (fichero raw)

## Procedimiento del fabricante: Fichero texto

```

# Calibration Version 2.1.0.12
#
# Date: 24/06/2015
#
# Comments:
# 38kHz Tn
#
# Reference Target:
# TS -42.30 dB Min. Distance 13.20 m
# TS Deviation 10.0 dB Max. Distance 14.90 m
#
# Transducer: ES38B Serial No. 38
# Frequency 38000 Hz Beamtype Split
# Gain 24.78 dB Two Way Beam Angle -20.6 dB
# Athw. Angle Sens. 21.90 Along. Angle Sens. 21.90
# Athw. Beam Angle 7.22 deg Along. Beam Angle 7.22 deg
# Athw. Offset Angle -0.03 deg Along. Offset Angle -0.12 deg
# SaCorrection -0.59 dB Depth 0.00 m
#
# Transceiver: GPT 38 kHz 0090720596ec 2-1 ES38B
# Pulse Duration 1.024 ms Sample Interval 0.196 m
# Power 2000 W Receiver Bandwidth 2.43 kHz
#
# Sounder Type:
# EK60 Version 2.4.3
#
# TS Detection:
# Min. Value -50.0 dB Min. Spacing 100 %
# Max. Beam Comp. 6.0 dB Min. Echolength 80 %
# Max. Phase Dev. 8.0 Max. Echolength 180 %
#
# Environment:
# Absorption Coeff. 8.1 dB/km Sound Velocity 1530.2 m/s
#
# Beam Model results:
# Transducer Gain = 24.64 dB SaCorrection = -0.56 dB
# Athw. Beam Angle = 6.57 deg Along. Beam Angle = 6.71 deg
# Athw. Offset Angle = -0.02 deg Along. Offset Angle = -0.10 deg
#
# Data deviation from beam model:
# RMS = 0.32 dB
# Max = 0.76 dB No. = 272 Athw. = 3.9 deg Along = -0.3 deg
# Min = -2.11 dB No. = 143 Athw. = 2.6 deg Along = 4.2 deg
#
# Data deviation from polynomial model:
# RMS = 0.30 dB
# Max = 0.82 dB No. = 185 Athw. = 4.2 deg Along = 2.9 deg
# Min = -2.00 dB No. = 143 Athw. = 2.6 deg Along = 4.2 deg
#
# Data:
# No. Time Distance TS-c TS-u Athw. Along sA
# [m] [dB] [dB] [deg] [deg] [m2/nm2]
#
1 14:52:29.16 13.72 -43.83 -48.22 -1.58 -2.83 394
2 14:52:29.55 13.72 -44.03 -48.35 -1.64 -2.77 423
3 14:52:30.33 13.79 -43.97 -48.44 -1.51 -2.90 376
4 14:52:31.11 13.73 -43.56 -49.16 -1.45 -3.35 339
5 14:52:31.89 13.72 -43.27 -49.03 -1.58 -3.35 328
6 14:53:00.69 13.72 -43.93 -48.09 -1.51 -2.77 407
7 14:53:20.74 13.60 -43.00 -46.74 -1.33 -2.26 555

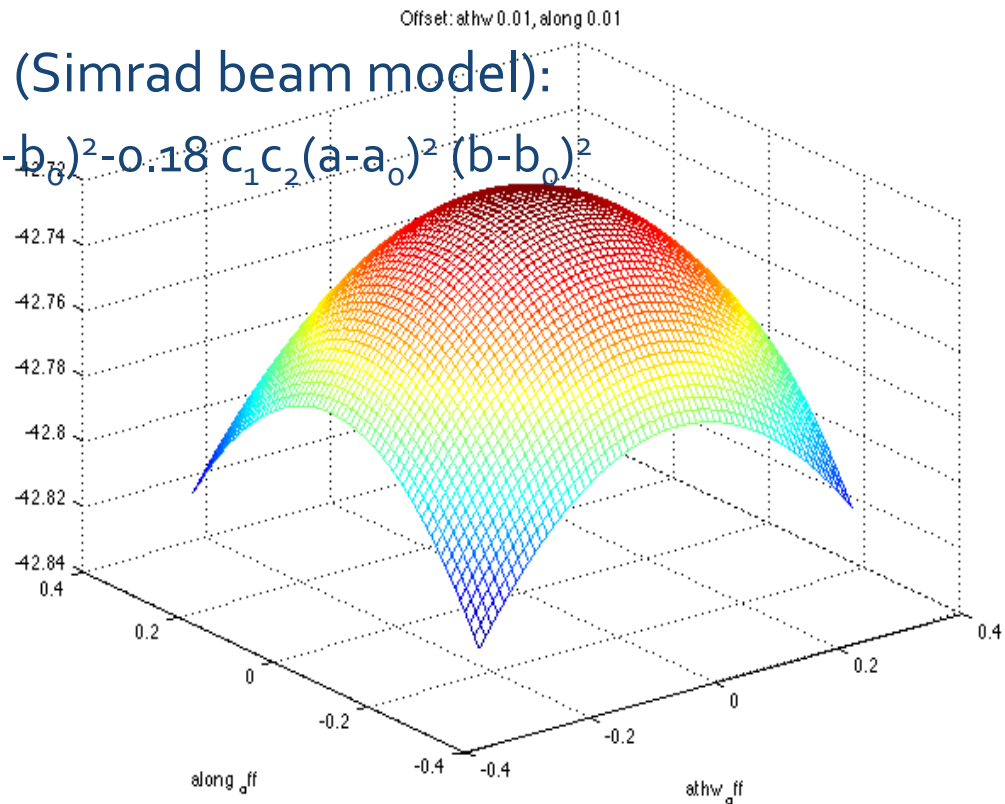
```

# Ajuste del modelo

- + Optimización no lineal (Levenberg-Marquardt)

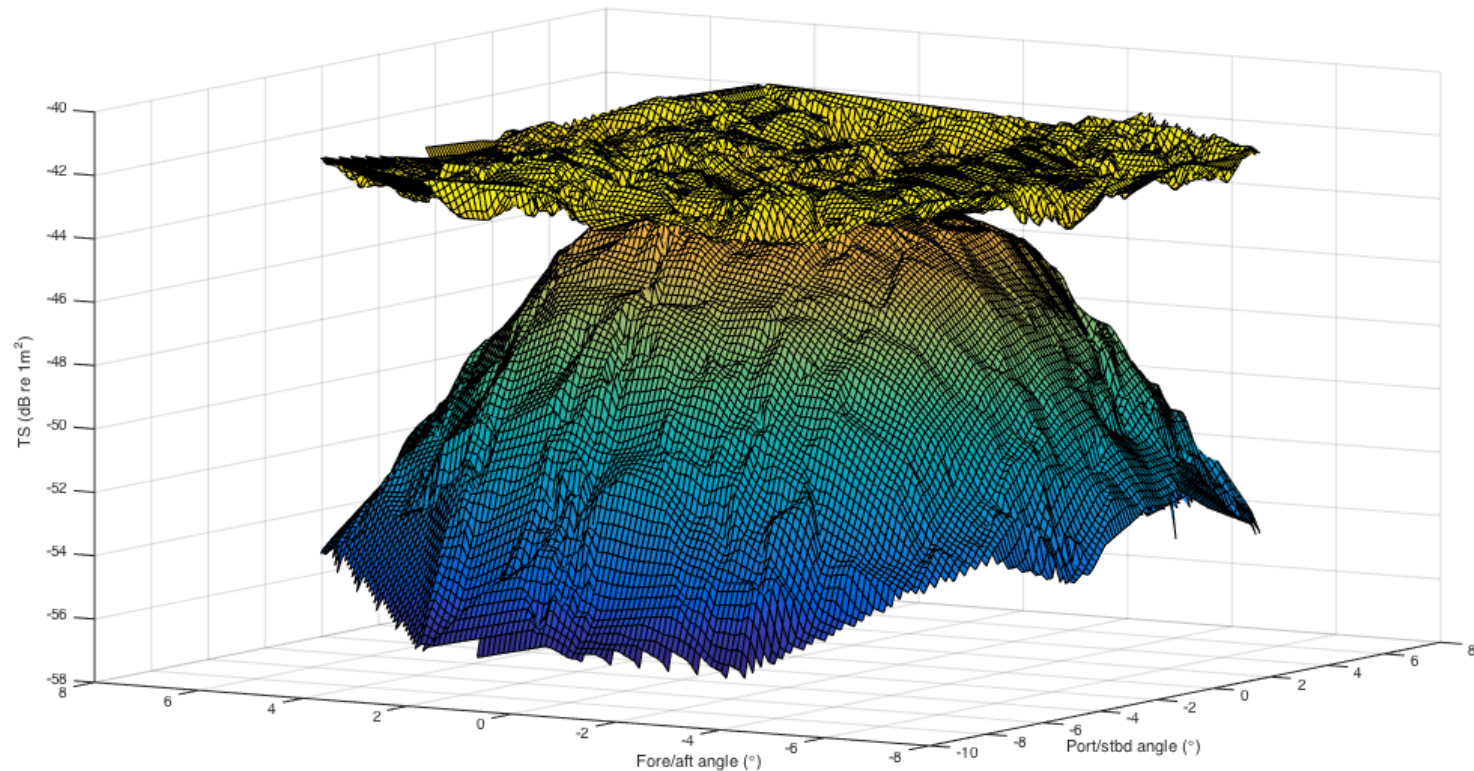
- + Ajuste a un modelo (Simrad beam model):

- +  $G_0 + c_1(a-a_0)^2 + c_2(b-b_0)^2 - 0.18 c_1 c_2 (a-a_0)^2 (b-b_0)^2$



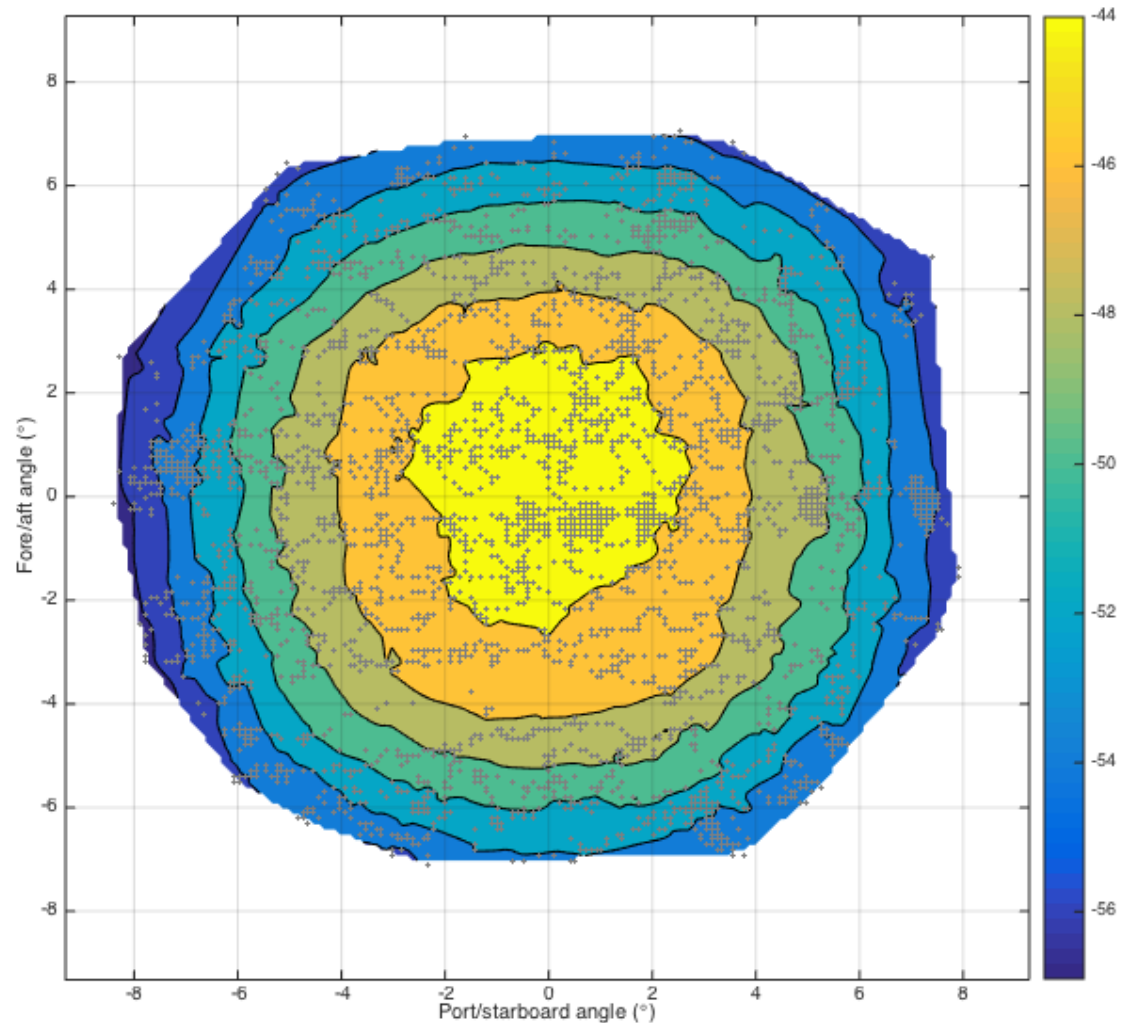
# Utilización de los datos raw

+ Optimización no lineal (piecewise)



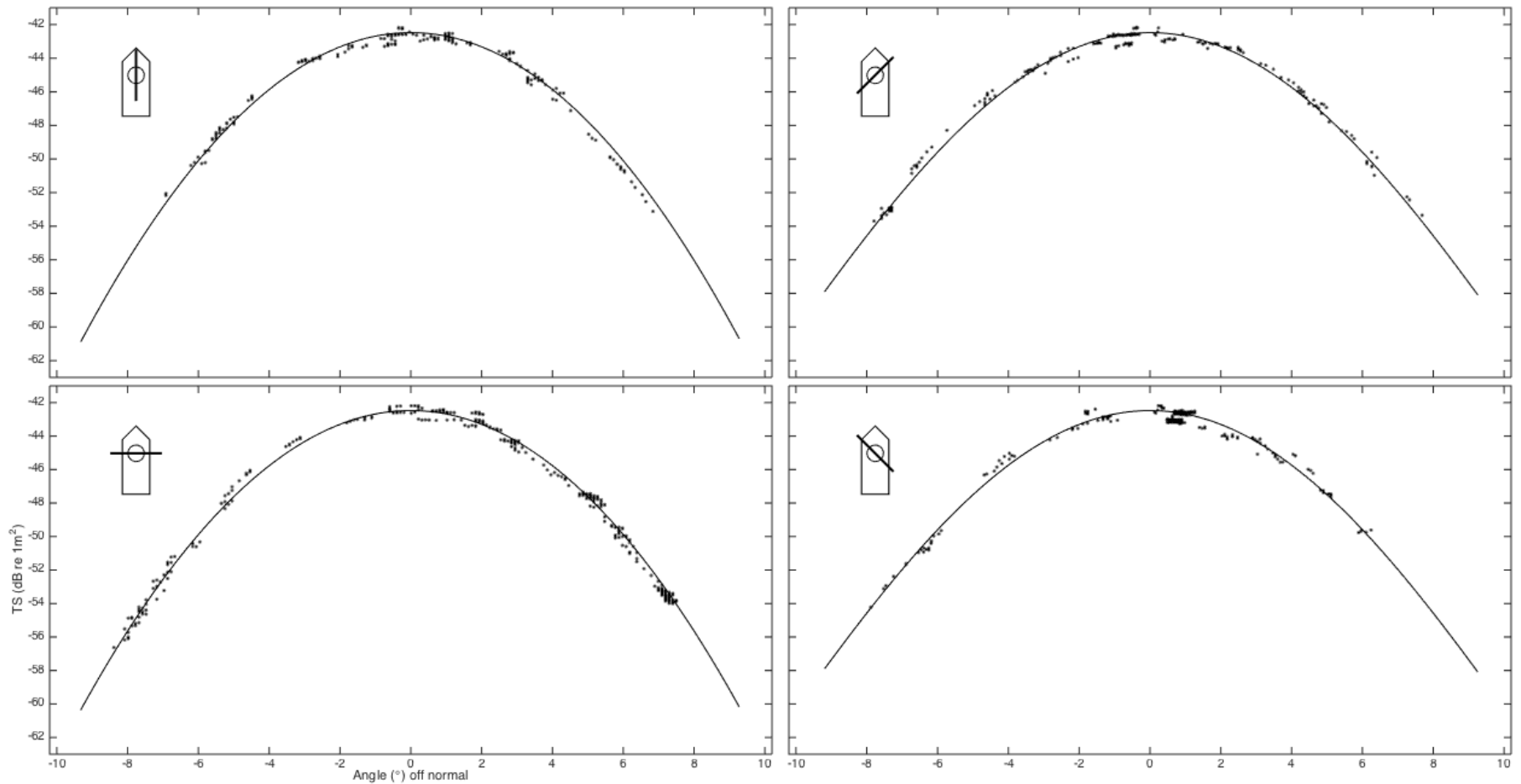


# Utilización de los datos raw (projection)





# Utilización de los datos raw (projection)



# Más resultados (parámetros)

- + Diferentes resultados (variaciones reducidas de  $G_0 < 1\text{dB}$ )
  - + Efecto sobre la estimación de biomasa  $< 20\%$
- + Evaluación del ajuste del modelo de directividad (rms)
  - + Simrad (0.32 dB, a 38 KHz)
  - + Optim. con fichero texto (0.16-0.75 dB, según rango r)
  - + Optim. con fichero raw (0.20 dB)
- + Número de medidas utilizadas
  - + Datos texto (200-400)
  - + Datagramas raw ( $>2000$ )
- + Rms aumenta con la frecuencia del transductor

# Algunas conclusiones

- + Se ha presentado el procedimiento de calibración de la ecosonda Simrad EK60 utilizado por el IEO
- + Tres procedimientos de postproceso de datos
- + El uso de los datos raw parece recomendable
  - + Mayor número de medidas
  - + Más fiabilidad del valor de rms
- + Trabajo en marcha
  - + Evaluación de los resultados sobre la biomasa
  - + Estimación de la incertidumbre de la calibración

¡Muchas gracias por vuestra atención!

